

ВЛИЯНИЕ КОМПЛЕКСНОГО МИКРОБНОГО УДОБРЕНИЯ ЖЫЦЕНЬ НА ТЕМПЫ РАЗЛОЖЕНИЯ СОЛОМЫ И ПОЖНИВНО-КОРНЕВЫХ ОСТАТКОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

**Д.В. Маслак, Т.М. Серая*, И.Н. Феклистова, И.А. Гринева, Л.Е. Садовская,
Т.Л. Скакун, Е.Н. Богатырева*, Н.П. Максимова**

Белорусский государственный университет, Минск, Республика Беларусь;

**РУП «Институт почвоведения и агрохимии», Минск, Республика Беларусь*

e-mail: diana-maslak@yandex.ru

Введение

В настоящее время все чаще поднимается вопрос о стремительной деградации земель сельскохозяйственного назначения. Площадь нарушенных и неиспользуемых земель в Республике Беларусь составляет около 550 тыс. га, что соответствует 2,56% всего земельного фонда. Причиной деградации земель на территории Беларуси являются водная и ветровая эрозия, радиоактивное и химическое загрязнение, минерализация осушенных торфяных почв, снижение плодородия сельскохозяйственных земель, трансформация земель в результате добычи полезных ископаемых и строительства, подтопление и заболачивание, выгорание осушенных торфяников, нерациональное использование земель [1]. Таким образом, происходит ежегодное сокращение количества пашенных земель на 1 млн. га, что требует принятия срочных мер по сохранению и восстановлению плодородия почв [2].

После уборки зерновых на полях остается ценнейший материал – пожнивно-корневые остатки и солома, однако, для получения на ее основе органического удобрения необходимо повысить коэффициент гумификации растительных остатков [3]. В современных условиях в соответствии с новыми технологиями такие пожнивныe остатки измельчаются, смешиваются с азотными удобрениями и вносятся на поля [4]. В 2012 году не менее 30% соломы зерновых и зернобобовых использовано после соответствующей обработки для подкормки растений на полях. Управление пожнивными остатками является актуальной задачей для Республики Беларусь, площадь пашенных земель в которой составляет около 3,8 млн. га.

Для более эффективного решения этой задачи предлагается использование комплексного микробного удобрения, содержащего штаммы микроорганизмов, обладающих литической и антагонистической активностями. Применение такого препарата приведет не только к обогащению почвы свежим органическим веществом, но также к увеличению содержания в почве обменного калия, подвижного фосфора и усваиваемого азота, а также улучшит водопоглощающую и водоудерживающую структуру почвы. Кроме того, использование в качестве составляющего компонента микроорганизмов-антагонистов позволит снизить инфекционный фон, что в комплексе позволит повысить урожайность сельскохозяйственных культур.

В настоящее время в странах СНГ идет активная работа по созданию средств для утилизации пожнивных остатков, однако, имеющиеся продукты представлены средствами-продуктами химического синтеза, что делает актуальным разработку в Республике Беларусь комплексного микробного препарата и технологии его применения для разложения пожнивно-корневых остатков и соломы, подавления патогенной микрофлоры и подготовки почвы к посевам.

В НИЛ молекулярной генетики и биотехнологии кафедры генетики биологического факультета БГУ разработано комплексное микробиологическое удобрение Жыцень (ТУ ВУ 391157257.010-2014), предназначенное для ускорения разложения пожнивных остатков на полях. Препарат Жыцень представляет собой смесь культур живых клеток штаммов *Pseudomonas* sp.-11 и *Bacillus* sp.-49. Назначение препарата Жыцень:

- улучшение качества почвы за счет перевода минеральных солей в растворимые формы и развития нормальной микрофлоры почвы, а также обогащения питательными веществами – продуктами ускоренной деградации стерни и соломы;
- уничтожение патогенов, передающихся через растительные остатки и почву;
- корректировка одностороннего выноса зерновыми культурами элементов питания из почвы;
- увеличение продуктивности сельскохозяйственных культур.

Целью настоящей работы является исследование влияния комплексного микробного удобрения Жыцень на темпы разложения пожнивно-корневых остатков и соломы сельскохозяйственных культур, а также разработка схемы применения удобрения Жыцень.

Методы исследования

Эксперименты по оценке биологической эффективности комплексного микробиологического удобрения (препарата) Жыцень заложены в двух вариантах: в модельно-полевых экспериментах оценивали способность препарата Жыцень влиять на скорость минерализации соломы и пожнивно-корневых остатков озимого тритикале; в стационарном полевом эксперименте оценивали влияние препарата на темпы разложения растительных остатков подсолнечника (через урожайность последующей сельскохозяйственной культуры – ячмень) и изучали влияние препарата на почвенную микрофлору.

Вариант 1. Изучение влияния комплексного микробиологического удобрения Жыцень на темпы минерализации пожнивно-корневых остатков и соломы озимого тритикале.

Опыт был заложен в первой декаде сентября 2013 г. по следующей схеме:

1. Солома озимого тритикале (контроль);
2. Фон (солома + N);
3. Фон + удобрение микробиологическое Жыцень, 3 л/га;
4. Солома + удобрение микробиологическое Жыцень, 3 л/га;
5. Солома + удобрение микробиологическое Жыцень, 5 л/га;
6. Пожнивно-корневые остатки озимого тритикале;
7. Пожнивно-корневые остатки + удобрение микробиологическое Жыцень, 3 л/га;
8. Пожнивно-корневые остатки + удобрение микробиологическое Жыцень, 5 л/га.

Проведенные модельно-полевые эксперименты предусматривали изучение влияния препарата Жыцень на темпы минерализации растительных остатков озимого тритикале как с внесением компенсирующей дозы азота (в виде карбамида), так и без него. Дозы минерального азота рассчитаны с учетом создания оптимального соотношения $C/N = (20 \div 30):1$. Обработка растительных остатков препаратом проведена из расчета рекомендуемой дозы его расхода (3 л/га и 5 л/га) для разложения остатков побочной продукции сельскохозяйственных культур с учетом массы побочной продукции соломы озимого тритикале 4 т/га. Выход пожнивно-корневых остатков озимого тритикале (4 т/га) рассчитан на основании нормативных данных по накоплению корневых и пожнивных остатков с учетом урожайности основной продукции. Расход рабочей жидкости – 300 л/га и 500 л/га.

Модельно-полевой опыт заложен следующим образом: в емкость помещали 1,0 кг почвы (в пересчете на воздушно-сухую) и 25 г (в пересчете на стандартную влажность – 16%) соломы или пожнивно-корневых остатков озимого тритикале, тщательно перемешивали почву с растительными остатками, после чего обрабатывали рабочими растворами удобрения микробиологического Жыцень согласно схеме опыта. Затем обработанную смесь почвы с растительными остатками озимого тритикале переносили в мешочки из стеклоткани размером 25×40 см и закапывали на глубину 10÷15 см. Мешочки с растительными остатками заложены одновременно на весь период исследований (04.09.2013 г.). Образцы заложены в шести повторностях и извлекались из почвы в трех повторностях в два срока: 1-й – осенью перед наступлением устойчивых заморозков (по

истечении двух месяцев после закладки опыта – 04.11.2013 г.); 2-й – в период уборки зерновых культур (05.08.2014 г.). Данный опыт имитирует процесс минерализации растительных остатков на протяжении вегетационного периода.

Вариант 2. Влияние обработки растительных остатков подсолнечника комплексным микробным удобрением Жыцень на урожайность ячменя.

В стационарном полевом опыте влияние комплексного микробного удобрения Жыцень на процесс разложения растительных остатков подсолнечника оценено опосредованно, через урожайность последующей сельскохозяйственной культуры (ячмень).

Опыт был заложен осенью 2013 г. Перед закладкой полевого опыта почва опытного участка характеризовалась следующими агрохимическими показателями пахотного слоя: pH_{KCl} 5,7÷6,0, содержание гумуса – 2,15÷2,64%, подвижных форм P_2O_5 – 120÷160 мг/кг почвы, K_2O – 135÷172 мг/кг.

Схема опыта предусматривала следующие варианты:

1. Солома подсолнечника (контроль);
2. Солома + удобрение микробиологическое Жыцень, 3 л/га;
3. Солома + удобрение микробиологическое Жыцень 8 л/га;
4. Фон (солома + $N_{осенью}$);
5. Фон + удобрение микробиологическое Жыцень, 3 л/га;
6. Фон + удобрение микробиологическое Жыцень, 8 л/га.

Экспериментальное поле было открыто осенью 2013 г. после уборки подсолнечника на маслосемена. Измельченные растительные остатки подсолнечника в количестве 5,2 т/га (стандартная влажность – 16%) равномерно распределили по делянкам. Согласно схеме опыта по растительным остаткам подсолнечника внесли компенсирующую дозу азота (N_{24}) и опытные участки обработали удобрением микробиологическим Жыцень из расчета 3 л/га и 8 л/га (расход рабочей жидкости 300 л/га и 800 л/га соответственно). После чего солому во всех опытных вариантах задисковали.

Запаханные растительные остатки подсолнечника имели следующие показатели (в расчете на сухое вещество): N – 0,90%, P_2O_5 – 0,28%, K_2O – 4,19%, органическое вещество в пересчете на углерод – 43,7%, влажность – 16%; отношение C/N – 49.

На опытном поле в первой декаде апреля был посеян ячмень Стратус сеялкой «Sulky», норма высева – 4,0 млн шт. всхожих семян/га (240 кг/га). Обработка посевов против сорняков проведена в фазу кушения культуры гербицидом Кугар, КС из расчета 1 л/га с помощью опрыскивателя «ЗУБР НШ». В фазу 1-го узла растений ячменя проведена обработка посевов баковой смесью фунгицида Фалькон, КЭ (0,6 л/га) и инсектицида Би-58 Новый, КЭ (1,2 л/га) против болезней и вредителей.

На всех опытных полях сделана пробивка дорожек по контурам общих площадей делянок. Уборку проводили комбайном Сампо-500 в фазу полной спелости зерна ячменя. Учет урожайности зерна ячменя проводили сплошным методом поделочно.

Результаты и обсуждение

Эксперименты по оценке биологической эффективности комплексного микробиологического удобрения (препарата) Жыцень в полевых условиях проведены в период с сентября 2013 г. по август 2014 г. на дерново-подзолистой супесчаной почве ГП «Экспериментальная база им. Суворова» Узденского района Минской области.

Изучение влияния комплексного микробиологического удобрения Жыцень на темпы минерализации пожнивно-корневых остатков и соломы озимого тритикале.

Анализ полученных данных, представленных в таблице 1, показал, что через 2 месяца после закладки модельно-полевого опыта солома озимого тритикале минерализовалась на 12% по сравнению с исходной навеской.

Обработка соломы удобрением микробиологическим Жыцень в дозе 3 л/га оказала положительное влияние на интенсивность деструкционных процессов, увеличивая темпы разложения побочной продукции на 7% относительно варианта с необработанной соломой.

Инокуляция соломы более высокой дозой микробиологического препарата (из расчета 5 л/га) была неэффективна: за два месяца минерализовалось 19% побочной продукции, что было идентично убыли сухого вещества соломы на фоне обработки препаратом в дозе 3 л/га.

Таблица 1 – Динамика и скорость минерализации растительных остатков озимого тритикале в дерново-подзолистой супесчаной почве

Вариант	Минерализация, % к исходной навеске		Увеличение степени минерализации, %	Скорость минерализации, %/сут.	
	через 2 мес.	через 11 мес.	ноябрь-июль	сентябрь-октябрь	ноябрь-июль
Солома озимого тритикале	12	63	51	0,19	0,19
Фон (солома + N)	32	64	32	0,53	0,12
Солома + N + Жыцень, 3 л/га	30	63	33	0,50	0,12
Солома + Жыцень, 3 л/га	19	62	43	0,30	0,16
Солома + Жыцень, 5 л/га	19	63	44	0,31	0,16
Пожнивно-корневые остатки озимого тритикале	10	57	47	0,17	0,17
Пожнивно-корневые остатки + Жыцень, 3 л/га	11	64	52	0,18	0,19
Пожнивно-корневые остатки + Жыцень, 5 л/га	15	58	43	0,25	0,16

Наиболее высокой напряженности минерализационных процессов способствовало внесение компенсирующей дозы азота (фон), где разложение соломы было в 2,7 раза выше относительно варианта с чистой соломой. На фоне дополнительного азота темпы минерализации побочной продукции озимого тритикале характеризовались максимальными показателями – 32%. При обработке соломы озимого тритикале комплексным микробным удобрением Жыцень в дозе 3 л/га на фоне компенсирующей дозы азота не установлено прироста в темпах деструкции побочной продукции по сравнению с вариантом, предусматривающим одностороннее внесение дополнительного азота.

Как видно из данных, представленных в таблице 1, через два месяца после момента закладки модельно-полевого опыта степень разложения пожнивно-корневых остатков озимого тритикале составила 10%. При инокуляции пожнивно-корневых остатков комплексным микробным удобрением Жыцень в дозе 3 л/га не отмечено интенсификации минерализационных процессов. Тем не менее, увеличение дозы микробного препарата до 5 л/га оказало стимулирующее влияние на деструкционные процессы, способствуя увеличению разложения пожнивно-корневых остатков до 15%.

На основании данных, полученные по истечению 11 месяцев эксперимента, можно заключить, что во всех вариантах эксперимента по минерализации соломы ячменя происходит выравнивание ее степени разложения до 62÷64%.

Несколько меньшая степень минерализации была характерна для пожнивно-корневых остатков озимого тритикале, убыль сухого вещества которого за 11-месячный период составила 57%. Обработка пожнивно-корневых остатков удобрением микробиологическим Жыцень способствовала увеличению степени минерализационных процессов на 7% относительно варианта с необработанными пожнивно-корневыми остатками. Как видно из данных, представленных в таблице 1, повышение дозы препарата до 5 л/га, в отличие от воздействия в течение первых двух месяцев, оказало менее значимое влияние на темпы деструкции пожнивно-корневых остатков озимого тритикале.

Влияние обработки растительных остатков подсолнечника комплексным микробным удобрением Жыцень на урожайность ячменя

Результаты проведенного стационарного полевого опыта представлены в таблицах 2 и 3. Установлено, что при запашке соломы подсолнечника урожайность зерна ячменя на дерново-подзолистой супесчаной почве составила 40,1 ц/га при сборе сухого вещества 34,5 ц/га.

Таблица 2 – Влияние обработки растительных остатков подсолнечника удобрением микробиологическим Жыцень на урожайность зерна ячменя (2014 г.), ц/га

Вариант	Урожайность	Прибавка урожая	
		к контролю	к фону
Солома подсолнечника (контроль)	40,1	–	–
Солома + Жыцень, 3 л/га	45,1	5,0	–
Солома + Жыцень, 8 л/га	43,8	3,7	–
Фон (солома подсолнечника + N _{осенню})	36,9	-3,2	–
Фон + Жыцень, 3 л/га	40,8	0,6	3,8
Фон + Жыцень, 8 л/га	41,9	1,8	5,0
НСР ₀₅	3,67		

Таблица 3 – Влияние обработки растительных остатков подсолнечника удобрением микробиологическим Жыцень на показатели качества зерна ячменя

Вариант	Сырой белок, % в сухом веществе	Сбор сырого белка, кг/га	Сбор КПЕ	Сбор к. ед.	Сбор сухого вещества
			ц/га		
Солома подсолнечника (контроль)	10,1	349,3	19,1	48,5	34,5
Солома + Жыцень 3 л/га	10,3	399,5	21,8	54,6	38,8
Солома + Жыцень, 8 л/га	10,3	386,9	21,1	53,0	37,7
Фон (солома подсолнечника + N _{осенню})	10,0	318,4	17,4	44,7	31,7
Фон + Жыцень, 3 л/га	10,1	352,8	19,3	49,3	35,1
Фон + Жыцень, 8 л/га	10,8	389,6	21,3	50,7	36,0
НСР ₀₅	0,91			4,44	3,16

Обработка побочной продукции подсолнечника удобрением микробиологическим Жыцень в дозе 3 л/га оказала положительное влияние на урожай ячменя, существенно увеличив урожай зерна на 12% по сравнению с необработанной соломой. Урожайность основной продукции в этом варианте, достигая 45,1 ц/га, характеризовалась максимальным показателем по опыту при наиболее высоком выходе сухого вещества (38,8 ц/га).

Дальнейшее увеличение дозы удобрения микробиологического Жыцень до уровня 8 л/га было неэффективно. Не установлено значимых изменений в урожайности зерна между этим вариантом и вариантом, где Жыцень применяли в дозе 3 л/га, наблюдаемые различия находились в пределах ошибки опыта. Закономерно, что сбор сухого вещества на фоне осенней обработки растительных остатков подсолнечника удобрением Жыцень из расчета 8 л/га был на 3,2 ц/га выше, чем в варианте с чистой соломой, и равноценен аналогичному показателю при использовании этого удобрения в дозе 3 л/га.

При осеннем внесении компенсирующей дозы минерального азота по растительным остаткам подсолнечника в среднем по опытным вариантам урожайность зерна ячменя была на 3,2 ц/га (7%) ниже по сравнению с вариантами, где дополнительный азот не вносили. Обработка побочной продукции удобрением микробиологическим Жыцень в дозах 3 л/га и

8 л/га обеспечила формирование равновеликой урожайности зерна ячменя на уровне $40,8 \div 41,9$ ц/га. При этом относительно фонового варианта прибавка урожая составила $3,8 \div 5,0$ ц/га при увеличении сбора сухого вещества на $11 \div 14\%$.

При возделывании ячменя на дерново-подзолистой супесчаной почве не выявлено существенных изменений в содержании сырого белка по вариантам опыта. В зависимости от опытных вариантов содержание сырого белка в зерне ячменя варьировало в пределах $10,0 \div 10,8\%$, что соответствовало хозяйственно-биологической характеристике этого сорта (таблица 3).

Необходимо отметить, что важное значение при оценке качества сельскохозяйственной продукции имеют такие показатели как кормовые и кормопротеиновые единицы, а также показатель, отражающий сбор сырого белка. Кормовая единица выражает общую питательность корма в сравнении с 1 кг зерна овса среднего качества (1 кг овса = 1 к.ед.). Показатель кормопротеиновой единицы учитывает одновременно содержание в зерне кормовых единиц и переваримого протеина, т.к. корма, близкие по содержанию кормовых единиц, могут значительно различаться по содержанию сырого и переваримого протеина.

Расчет кормовой продуктивности при уборке ячменя в фазу полной спелости зерна на дерново-подзолистой супесчаной почве показал, что при запашке растительных остатков подсолнечника сбор сырого белка составил 349,3 кг/га при выходе кормовых и кормопротеиновых единиц 48,5 и 19,1 ц/га соответственно. В погодных условиях 2013÷2014 гг. на фоне осеннего внесения компенсирующей дозы минерального азота по соломе подсолнечника, которая была запахана под ячмень, данные показатели были ниже значения в контрольном варианте и составили 318,4 кг/га, 44,7 и 17,4 ц/га соответственно.

Наилучшими показателями качества зерна характеризовался вариант, предусматривающий обработку побочной продукции подсолнечника удобрением микробиологическим Жыцень в дозе 3 л/га, в котором также была получена наиболее высокая урожайность ячменя. В этом варианте сбор кормовых единиц составил 54,6 ц/га (возрос на 6,1 ц/га), кормопротеиновых – 21,8 ц/га (прирост на 4,3 ц/га) при увеличении выхода сырого белка с гектарной площади на 14% относительно необработанной соломы.

Выводы

Разработана схема применения препарата Жыцень: после уборки урожая измельченную солому равномерно распределить по участку. Произвести обработку пожнивных остатков 1%-ным раствором удобрения микробиологического Жыцень из расчета 3 л/га, расход рабочего раствора – 300 л/га, после чего солому задисковать. Оценено влияние комплексного микробного препарата Жыцень на темпы разложения стерни и соломы сельскохозяйственных культур. Обработка соломы удобрением микробиологическим Жыцень в дозе 3 л/га оказала положительное влияние на интенсивность деструкционных процессов, увеличивая темпы разложения побочной продукции на 7%. Внесение препарата Жыцень (3 л/га) обеспечило формирование урожайности зерна ячменя на уровне $40,8 \div 41,9$ ц/га, при этом прибавка урожая составила $3,8 \div 5,0$ ц/га при увеличении сбора сухого вещества на $11 \div 14\%$.

Список литературы

1. Экологический бюллетень за 2011 год [Электронный ресурс]: Сайт Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь. URL: http://www.minpriroda.gov.by/dfiles/000677_351956_5.pdf. – Дата доступа: 25.09.2014.
2. Дубовик, С. Утилизация соломы на полях – резерв для повышения урожайности / С. Дубовик // Главный агроном. – 2009. – № 7. – С. 9–10.
3. Кузнецов, А. Е. Научные основы экобиотехнологии: учебное пособие / А. Е. Кузнецов, Н.Б. Градова. – М.: Мир, 2006. – 504 с.
4. Использование соломы в качестве удобрения / О.Г. Назаренко, Т.Г. Пашковская, В.И. Продан, Е.И. Чеботникова [Электронный ресурс]: Сайт ФГБУ ГЦАС «Ростовский». URL: http://www.donplodorodie.ru/metod_po_solome_2.pdf. – Дата доступа: 07.09.2014.